

日本特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2002年10月31日

出願番号 Application Number: 特願2002-318292

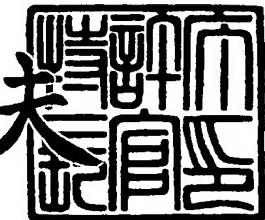
[ST. 10/C]: [JP2002-318292]

出願人 Applicant(s): シャープ株式会社

2003年7月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 1021877  
【提出日】 平成14年10月31日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01S 5/00  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内  
【氏名】 森本 泰司  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内  
【氏名】 宮㟢 啓介  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内  
【氏名】 辰巳 正毅  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内  
【氏名】 和田 一彦  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内  
【氏名】 上田 穎亮  
【特許出願人】  
【識別番号】 000005049  
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
【氏名又は名称】 シャープ株式会社

**【代理人】**

【識別番号】 100064746

**【弁理士】**

【氏名又は名称】 深見 久郎

**【選任した代理人】**

【識別番号】 100085132

**【弁理士】**

【氏名又は名称】 森田 俊雄

**【選任した代理人】**

【識別番号】 100083703

**【弁理士】**

【氏名又は名称】 仲村 義平

**【選任した代理人】**

【識別番号】 100096781

**【弁理士】**

【氏名又は名称】 堀井 豊

**【選任した代理人】**

【識別番号】 100098316

**【弁理士】**

【氏名又は名称】 野田 久登

**【選任した代理人】**

【識別番号】 100109162

**【弁理士】**

【氏名又は名称】 酒井 將行

**【手数料の表示】**

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

**【提出物件の目録】**

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208500

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ素子とその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 互いに異なる波長のレーザ光を発振する複数のレーザ部が同一基板上に形成された半導体レーザ素子において、複数のレーザ部のそれぞれに含まれる不純物の種類が、レーザ部間で互いに異なることを特徴とする半導体レーザ素子。

【請求項 2】 前記不純物が p 型不純物であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体レーザ素子。

【請求項 3】 一のレーザ部に含まれる p 型不純物が亜鉛または炭素またはマグネシウムであり、他のレーザ部に含まれる p 型不純物がベリリウムであることを特徴とする請求項 2 に記載の半導体レーザ素子。

【請求項 4】 一のレーザ部が AlGaAs 系結晶を主体として形成されており、他のレーザ部が AlGaN P 系結晶を主体として形成されていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の半導体レーザ素子。

【請求項 5】 互いに異なる波長のレーザ光を発振する複数のレーザ部を同一基板上に形成する半導体レーザ素子の製造方法において、先に形成されるレーザ部と後に形成されるレーザ部とをそれぞれ異なる結晶成長方法を用いて形成することを特徴とする半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項 6】 レーザ部の形成に用いられる結晶成長方法の 1 つが有機金属気相成長法であることを特徴とする請求項 5 に記載の半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項 7】 レーザ部の形成に用いられる結晶成長方法の 1 つが分子線エピタキシャル成長法であることを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項 8】 先に形成されるレーザ部の結晶成長に分子線エピタキシャル成長法が用いされることを特徴とする請求項 7 に記載の半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項 9】 先に形成されるレーザ部に含まれる p 型不純物の拡散係数が

、後に形成されるレーザ部に含まれるp型不純物の拡散係数よりも小さいことを特徴とする請求項8に記載の半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項10】 先に形成されるレーザ部に含まれるp型不純物にベリリウムが用いられることを特徴とする請求項9に記載の半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項11】 後に形成されるレーザ部に含まれるp型不純物に亜鉛または炭素またはマグネシウムが用いられることを特徴とする請求項10に記載の半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項12】 先に形成されるレーザ部の結晶成長時における基板温度の最高温度が、後に形成されるレーザ部の結晶成長時における基板温度の最高温度よりも高く、先に形成されるレーザ部の結晶成長時における基板温度の最低温度が、後に形成されるレーザ部の結晶成長時における基板温度の最低温度よりも高いことを特徴とする請求項5から7のいずれかに記載の半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項13】 先に形成されるレーザ部の結晶成長時における基板温度の最低温度が、後に形成されるレーザ部の結晶成長時における基板温度の最高温度よりも高いことを特徴とする請求項12に記載の半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項14】 先に形成されるレーザ部の結晶成長に有機金属気相成長法が用いられることを特徴とする請求項12または13に記載の半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項15】 先に形成されるレーザ部に含まれるp型不純物の拡散係数が、後に形成されるレーザ部に含まれるp型不純物の拡散係数よりも小さいことを特徴とする請求項12から14のいずれかに記載の半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項16】 先に形成されるレーザ部に含まれるp型不純物に亜鉛または炭素またはマグネシウムが用いられることを特徴とする請求項12から14のいずれかに記載の半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項17】 後に形成されるレーザ部に含まれるp型不純物にベリリウムが用いられることを特徴とする請求項16に記載の半導体レーザ素子の製造方

法。

**【請求項18】** 先に形成されるレーザ部がAlGaAs系結晶を主体として形成され、後に形成されるレーザ部がAlGaN系結晶を主体として形成されることを特徴とする請求項5から17のいずれかに記載の半導体レーザ素子の製造方法。

**【請求項19】** 先に形成されるレーザ部がAlGaN系結晶を主体として形成され、後に形成されるレーザ部がAlGaAs系結晶を主体として形成されることを特徴とする請求項5から17のいずれかに記載の半導体レーザ素子の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

###### 【発明の属する技術分野】

本発明は半導体レーザ素子とその製造方法に関し、特に異なる規格の光ディスク用の光源として用いられるモノリシック型の半導体レーザ素子とその製造方法に関する。

##### 【0002】

###### 【従来の技術】

近年、記録密度を向上させる記録媒体とそのための再生装置の開発が盛んに行われている。例えば、デジタル多用途ディスク（DVD）は動画の記録／再生が可能な光ディスクとして多方面に普及しつつあり、今後の需要の増大が期待されている。最近では、DVDの記録／再生だけでなく、従来のコンパクトディスク（CD）の記録／再生もできる機能を備えたドライブ装置を開発する要望がユーザから高まっている。

##### 【0003】

このドライブ装置を実現するため、DVDの記録／再生に用いられる波長600nm帯の赤色レーザ素子とCDの記録／再生のレーザに用いられる波長700nm帯の赤外レーザ素子とをそれぞれ1つのパッケージに組み込んだハイブリット型のレーザ装置と、1つの基板上に波長600nm帯の赤色レーザ光、波長700nm帯の赤外レーザ光をそれぞれ発振させる2つのレーザ部を形成したモノ

リシック型のレーザ素子が提案されている。

#### 【0004】

しかし、ドライブ装置にハイブリット型のレーザ装置を用いた場合には、2つのレーザ素子を1つのパッケージに組み込むため、光ピックアップに重要な要素である発光点位置の精度を上げることが困難であった。そこで、ドライブ装置には、発光点位置の制御性の高いモノリシック型のレーザ素子を用いることが有効であると考えられる。

#### 【0005】

図11に従来のモノリシック型の半導体レーザ素子の模式的な斜視図を示す。図11において従来のモノリシック型の半導体レーザ素子500は、ダブルヘテロ構造のCD用の赤外レーザ部502と、ダブルヘテロ構造のDVD用の赤色レーザ部503の2つのレーザ部を有している。この従来のモノリシック型の半導体レーザ素子500は、図12に示すように、まずDVD用の赤色レーザ部503形成のためのAlGaInP系半導体層を結晶成長させ、次いでDVD用の赤色レーザ部503を形成すべき領域以外の領域に結晶成長したAlGaInP系半導体層をエッチングにより除去し、その後CD用の赤外レーザ部502形成のためのAlGaAs系半導体層を結晶成長させること等によって作製される。ここで、上記レーザ部の形成には共に有機金属気相成長法(MOCVD法)が用いられ、上記レーザ部に用いられるp型不純物としては共に亜鉛(Zn)が用いられている。

#### 【0006】

##### 【特許文献1】

特開平1-204487号公報

#### 【0007】

##### 【特許文献2】

特開2001-57462号公報

#### 【0008】

##### 【特許文献3】

特開2001-244572号公報

**【0009】****【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、従来のモノリシック型の半導体レーザ素子においては、レーザ部の発光効率が低下し、電流電圧特性の異常を引き起こす等のレーザ特性が不良となることがあった。特に、モノリシック型の半導体レーザ素子においては、1つのレーザ部のレーザ特性が不良である場合にはその他のレーザ部のレーザ特性が良好であっても半導体レーザ素子全体が不良とされてしまうため、製造歩留まりが悪くなるという問題があった。

**【0010】**

そこで、上記事情に鑑みて本発明は、レーザ部のレーザ特性を良好なものとし、製造歩留まりを向上させた半導体レーザ素子とその製造方法を提供することを目的とする。

**【0011】****【課題を解決するための手段】**

本発明は、互いに異なる波長のレーザ光を発振する複数のレーザ部が同一基板上に形成された半導体レーザ素子において、複数のレーザ部のそれぞれに含まれる不純物の種類が、レーザ部間で互いに異なる半導体レーザ素子である。

**【0012】**

ここで、本発明に係る半導体レーザ素子においては、p型不純物の種類をレーザ部間で互いに異なるものとすることができます。

**【0013】**

この場合に、一のレーザ部に含まれるp型不純物が亜鉛（以下、「Zn」という。）または炭素（以下、「C」という。）またはマグネシウム（以下、「Mg」という。）であり、他のレーザ部に含まれるp型不純物がベリリウム（以下、「Be」という。）であることが好ましい。

**【0014】**

また、本発明に係る半導体レーザ素子においては、一のレーザ部がAlGaAs系結晶を主体として形成されており、他のレーザ部がAlGaN系結晶を主体として形成されていることが好ましい。

**【0015】**

また、本発明は、互いに異なる波長のレーザ光を発振する複数のレーザ部を同一基板上に形成する半導体レーザ素子の製造方法において、先に形成されるレーザ部と後に形成されるレーザ部とをそれぞれ異なる結晶成長方法を用いて形成する半導体レーザ素子の製造方法である。

**【0016】**

ここで、本発明に係る半導体レーザ素子の製造方法においては、レーザ部の形成に用いられる結晶成長方法の1つが有機金属気相成長法（以下、「MOCVD法」という。）であることができる。

**【0017】**

また、本発明に係る半導体レーザ素子の製造方法においては、レーザ部の形成に用いられる結晶成長方法の1つが分子線エピタキシャル成長法（以下、「MBE法」という。）であることができる。

**【0018】**

この場合に、先に形成されるレーザ部の結晶成長にMBE法を用いることができる。

**【0019】**

さらに、この場合には、先に形成されるレーザ部に含まれるp型不純物の拡散係数が、後に形成されるレーザ部に含まれるp型不純物の拡散係数よりも小さいことが好ましい。

**【0020】**

さらに、この場合には、先に形成されるレーザ部に含まれるp型不純物にBeが用いられることが好ましい。

**【0021】**

さらに、この場合には、後に形成されるレーザ部に含まれるp型不純物にZnまたはCまたはMgが用いられることが好ましい。

**【0022】**

また、本発明に係る半導体レーザ素子の製造方法の別の実施態様によれば、先に形成されるレーザ部の結晶成長時における基板温度の最高温度を、後に形成さ

れるレーザ部の結晶成長時における基板温度の最高温度よりも高くし、先に形成されるレーザ部の結晶成長時における基板温度の最低温度を、後に形成されるレーザ部の結晶成長時における基板温度の最低温度よりも高くすることができる。

#### 【0023】

ここで、先に形成されるレーザ部の結晶成長時における基板温度の最低温度が、後に形成されるレーザ部の結晶成長時における基板温度の最高温度よりも高いことが好ましい。

#### 【0024】

また、これらの場合には、先に形成されるレーザ部の結晶成長にMOCVD法が用いられることが好ましい。

#### 【0025】

さらに、これらの場合には、先に形成されるレーザ部に含まれるp型不純物の拡散係数を、後に形成されるレーザ部に含まれるp型不純物の拡散係数よりも小さくすることが好ましい。

#### 【0026】

また、本発明に係る半導体レーザ素子の製造方法のさらに別の実施態様によれば、先に形成されるレーザ部に含まれるp型不純物にZnまたはCまたはMgを用いることもできる。

#### 【0027】

ここで、後に形成されるレーザ部に含まれるp型不純物にBeを用いることが好ましい。

#### 【0028】

さらに、本発明に係る半導体レーザ素子の製造方法においては、先に形成されるレーザ部がAlGaAs系結晶を主体として形成され、後に形成されるレーザ部がAlGaN系結晶を主体として形成されることがある。

#### 【0029】

また、本発明に係る半導体レーザ素子の製造方法の別の実施態様によれば、先に形成されるレーザ部がAlGaN系結晶を主体として形成され、後に形成されるレーザ部がAlGaAs系結晶を主体として形成されることがある。

**【0030】****【発明の実施の形態】**

(本発明に至るまでの経緯)

複数のレーザ部を有するモノリシック型の半導体レーザ素子の作製にあたっては、先に形成されるレーザ部（以下、「第1のレーザ部」という。）が、後に形成されるレーザ部（以下、「第2のレーザ部」という。）の結晶成長の際に再度加熱されることとなる。

**【0031】**

一般的に、これらのレーザ部の形成にあたっては、MOCVD法が用いられる。しかし、MOCVD法においては基板温度を比較的高温にする必要があることから、第1のレーザ部が第2のレーザ部の形成の際に再度加熱されることにより、第1のレーザ部中に含まれるZnまたはCのような拡散しやすいp型不純物が、第1のレーザ部のp型半導体層から飛び出してしまい、活性層、n型半導体層にまで拡散することがあった。一般に半導体層内における不純物濃度は厳密に設計されており、上記のように不純物が他層へ拡散してしまうと、第1のレーザ部の発光効率が低下してしまう等のレーザ特性の悪化を免れることはできない。それゆえ、第1のレーザ部においては、発光効率等のレーザ特性が悪く、ひいては半導体レーザ素子の製造歩留まりが悪い原因にもなっていることを本発明者らは見い出した。

**【0032】**

そこで、本発明者らは、第2のレーザ部形成のための再度の加熱時における第1のレーザ部中の不純物の拡散を抑制することによって、第1のレーザ部のレーザ特性を良好なものとすることができます、結果として半導体レーザ素子の製造歩留まりを向上させることができると考え、本発明に想到するに至った。

**【0033】**

(不純物)

本発明は、同一基板上に形成される複数のレーザ部に含まれる不純物の種類がレーザ部間で互いに異なる半導体レーザ素子である。すなわち、不純物の種類が異なれば半導体層中における拡散のしやすさも異なることから、第1のレーザ部

により拡散係数の小さい不純物を用いることによって、第1のレーザ部内における不純物の拡散を有効に抑制することができる所以である。

#### 【0034】

この場合には、第1のレーザ部のp型不純物にBeを用いることが好ましく、さらに、第2のレーザ部のp型不純物にZnまたはCまたはMgを用いることがより好ましい。BeはZnおよびCおよびMgよりも拡散係数が小さいため第1のレーザ部における拡散を抑制することができ、またこれらの不純物を用いることによってより良好なレーザ特性を有するレーザ部が得られるためである。

#### 【0035】

また、この場合には第1のレーザ部の形成にMBE法を用いることが好ましく、さらに第2のレーザ部の形成にMOCVD法を用いることがより好ましい。第1のレーザ部のp型不純物にBeを用い、結晶成長法にMBE法を用いた場合には、不純物と結晶成長方法との相性が良いことから、第1のレーザ部のp型半導体層をさらに良好なものとすることができる。また、第2のレーザ部のp型不純物にZnまたはCまたはMgを用い、結晶成長法にMOCVD法を用いた場合にも、不純物と結晶成長方法との相性が良いことから、第2のレーザ部のp型半導体層をさらに良好なものとすることができる。

#### 【0036】

また、第1のレーザ部のp型不純物にZnまたはCまたはMgを用いることもでき、さらに第2のレーザ部のp型不純物にBeを用いることもできる。この場合には、第1のレーザ部により拡散係数の大きい不純物を用いることとなるが、第2のレーザ部の形成に比較的低い基板温度で結晶成長させることができる結晶成長方法を用いることによって、第1のレーザ部内における不純物の拡散をより有効に抑制することができる。

#### 【0037】

また、この場合には第1のレーザ部の形成にMOCVD法を用いることが好ましく、さらに第2のレーザ部の形成にMBE法を用いることがより好ましい。第1のレーザ部のp型不純物にZnまたはCまたはMgを用い、結晶成長法にMOCVD法を用いた場合には、不純物と結晶成長方法との相性が良いことから、第

1のレーザ部のp型半導体層を良好なものとすることができます。また、第2のレーザ部のp型不純物にBeを用い、結晶成長法にMBE法を用いた場合にも、不純物と結晶成長方法との相性が良いことから、第2のレーザ部のp型半導体層を良好なものとすることができます。

#### 【0038】

また、第1のレーザ部と第2のレーザ部のうちいずれか一方のレーザ部がAlGaAs系結晶を主体として形成され、他方のレーザ部がAlGaN系結晶を主体として形成されることが好ましい。AlGaaS系結晶を主体として形成したレーザ部は、CDの記録／再生に好適な波長700nm帯～800nm帯の赤外レーザ光を発振し、AlGaN系結晶を主体として形成したレーザ部は、DVDの記録／再生に好適な波長600nm帯の赤色レーザ光を発振するためである。ここで、本明細書において、「AlGaaS系結晶」とは、Al（アルミニウム）、Ga（ガリウム）およびAs（ヒ素）を主に含む結晶のことを示し、「AlGaN系結晶」とは、Al（アルミニウム）、Ga（ガリウム）、In（インジウム）およびP（リン）を主に含む結晶のことを示す。

#### 【0039】

##### (製造方法)

また、本発明は、第1のレーザ部と第2のレーザ部とをそれぞれ異なる結晶成長方法を用いて形成する半導体レーザ素子の製造方法である。すなわち、第2のレーザ部の形成に、比較的低温の基板温度で結晶成長させることができる結晶成長方法を用いることによって、第1のレーザ部内における不純物の拡散を有効に抑制することができる。たとえば、第1のレーザ部の形成に比較的高温の基板温度で結晶成長させるMOCVD法を用い、第2のレーザ部の形成に比較的低温の基板温度で結晶成長させるMBE法を用いることによって、第1のレーザ部内における不純物の拡散を有効に抑制することができる。

#### 【0040】

特に、第1のレーザ部の結晶成長時における基板温度の最高温度が、第2のレーザ部の結晶成長時における基板温度の最高温度よりも高く、第1のレーザ部の結晶成長時における基板温度の最低温度が、第2のレーザ部の結晶成長時における

る基板温度の最低温度よりも高いことが好ましい。また、第1のレーザ部の結晶成長時における基板温度の最低温度が、第2のレーザ部の結晶成長時における基板温度の最高温度よりも高いことがより好ましい。また、上記においては、第1のレーザ部に含まれるp型不純物の拡散係数が、第2のレーザ部に含まれるp型不純物の拡散係数よりも小さいことがさらに好ましい。これらの場合には、第1のレーザ部をより高性能なレーザ特性を有するものにすることができる傾向にある。

#### 【0041】

また、第1のレーザ部の形成に比較的低温の基板温度で結晶成長させることができる結晶成長方法を用い、第2のレーザ部の形成に比較的高温の基板温度で結晶成長させることができる結晶成長方法を用いることもできる。ただし、この場合には第1のレーザ部の不純物にBe等の拡散係数の小さい不純物を用いることによって、第1のレーザ部内における不純物の拡散を抑制する必要がある。

#### 【0042】

また、結晶成長させる際の好適な基板温度は結晶成長法によってそれぞれ異なっている。たとえば、MOCVD法による結晶成長は、基板温度が600°C以上800°C以下で行なわれることが好ましく、640°C以上800°C以下で行なわれることがより好ましい。また、MBE法による結晶成長は、400°C以上60°C未満で行なわれることが好ましく、450°C以上600°C未満で行なわれることがより好ましい。

#### 【0043】

##### (実施の形態1)

図1に、まずAlGaAs系赤外レーザ部(CD用レーザ部)102(p型不純物:Zn)をMOCVD法を用いて形成し、次にAlGaN系赤色レーザ部(DVD用レーザ部)103(p型不純物:Be)をMBE法を用いて形成した半導体レーザ素子100の模式的な斜視図を示す。

#### 【0044】

この半導体レーザ素子100は、以下のようにして作製された。まず、図2(A)に示すように、n型GaAs基板101上に、MOCVD法を用いて、Si

ドープ（不純物濃度： $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）n型GaAsバッファ層104aを厚さ $0.5 \mu\text{m}$ に、Siドープ（不純物濃度： $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）n型AlGaAsクラッド層105aを厚さ $1.5 \mu\text{m}$ に、量子井戸構造の活性層106a、Znドープ（不純物濃度： $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）p型AlGaAsクラッド層107aを厚さ $1.5 \mu\text{m}$ に、およびZnドープ（不純物濃度： $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）p型GaAsキャップ層108aを厚さ $0.5 \mu\text{m}$ に、順次結晶成長させる。なお、量子井戸構造の活性層106aは、井戸層と障壁層とを交互に積層することによって形成されており、例えば井戸層として1層当たり $10 \text{ nm}$ の厚さのノンドープGaAs層を3層、および障壁層として1層当たり $10 \text{ nm}$ の厚さのノンドープAlGaAs層を4層、それぞれ1層ずつ交互に積層することによって形成される。なお、上記半導体層は基板温度が $600^\circ\text{C}$ 以上 $800^\circ\text{C}$ 以下となる条件下で結晶成長させる。

#### 【0045】

次に、図2（B）に示すように、結晶成長させた半導体層の一部をエッチングで除去することにより、n型GaAs基板101の表面の一部を露出させる。

#### 【0046】

そして、図2（C）に示すように、MBE法を用いて、n型GaAs基板101上に、Siドープ（不純物濃度： $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）n型GaAsバッファ層104bを厚さ $0.5 \mu\text{m}$ に、Siドープ（不純物濃度： $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）n型AlGaInPクラッド層105bを厚さ $1.5 \mu\text{m}$ に、量子井戸構造の活性層106b、Beドープ（不純物濃度： $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）p型AlGaInPクラッド層107bを厚さ $1.5 \mu\text{m}$ に、およびBeドープ（不純物濃度： $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）p型GaAsキャップ層108bを厚さ $0.5 \mu\text{m}$ に、順次結晶成長させる。なお、量子井戸構造の活性層106bは、井戸層と障壁層とを交互に積層することによって形成されており、例えば井戸層として1層当たり $10 \text{ nm}$ の厚さのノンドープGaInP層を3層、および障壁層として1層当たり $10 \text{ nm}$ の厚さのノンドープAlGaInP層を4層、それぞれ1層ずつ交互に積層することによって形成される。なお、これらの半導体層は基板温度が $400^\circ\text{C}$ 以上 $600^\circ\text{C}$ 未満の条件下で結晶成長させる。

**【0047】**

その後、図2（D）に示すように、再度n型GaN基板101上の半導体層の一部をエッティングして除去することにより、n型GaN基板101の表面の一部を露出させる。

**【0048】**

そして、図2（E）に示すように、p型AlGaNクラッド層107aとp型GaNキャップ層108aの一部、ならびにp型AlGaN/Pクラッド層107bとp型GaNキャップ層108bの一部をエッティングにより除去してリッジ部Rs1、Rs2が形成される。

**【0049】**

そして、図2（F）に示すように、リッジ部Rs1、Rs2以外から電流が流れ込まないように窒化シリコンからなる絶縁膜109を形成し、リッジ部Rs1、Rs2の上部に形成された絶縁膜109を部分的に除去した後に、p型電極110a、110bが形成される。p型電極110a、110bは、例えばAuZn層とMo層とAu層とを順次積層して形成される。具体的には、2つのレーザ部が短絡しないように、2つのレーザ部の間に形成されたp型電極用の上記金属層が部分的にエッティングにより除去されて、p型電極110a、110bが形成される。また、n型電極111がn型GaN基板101の結晶成長面の裏面に形成される。n型電極111は、例えばAuGe層とNi層とMo層とAu層とを順次積層して形成される。

**【0050】**

図3に示すように、実施の形態1においては、先にCD用レーザ部がMOCVD法を用いて形成された後に、DVD用レーザ部がMBE法を用いてより低い基板温度で形成される。したがって、これらのレーザ部と共に高温の基板温度でMOCVD法を用いて形成した従来方法よりもCD用レーザ部内におけるp型不純物であるZnの拡散を抑制することができるため、半導体レーザ素子のしきい値電流や動作電流を下げ、発光効率を上げることができる。

**【0051】**

（実施の形態2）

実施の形態2は、図1に示す実施の形態1の半導体レーザ素子と同じ構造を有する半導体レーザ素子を実施の形態1とは異なる方法により作製するものである。

### 【0052】

実施の形態2においては、まずDVD用レーザ部（p型不純物：Be）をMBE法を用いて形成し、次にCD用レーザ部（p型不純物：Zn）をMOCVD法を用いて形成する点に特徴がある。

### 【0053】

以下、詳細に説明すると、まず図4（A）に示すように、n型GaAs基板201上に、MBE法を用いて、Siドープ（不純物濃度： $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）n型GaAsバッファ層204bを厚さ $0.5 \mu\text{m}$ に、Siドープ（不純物濃度： $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）n型AlGaInPクラッド層205bを厚さ $1.5 \mu\text{m}$ に、量子井戸構造の活性層206b、Beドープ（不純物濃度： $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）p型AlGaInPクラッド層207bを厚さ $1.5 \mu\text{m}$ に、およびBeドープ（不純物濃度： $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）p型GaAsキャップ層208bを厚さ $0.5 \mu\text{m}$ に、順次結晶成長させる。なお、量子井戸構造の活性層206bは井戸層と障壁層とを交互に積層して形成されており、例えば井戸層として1層当たり $10 \text{ nm}$ の厚さのノンドープGaInP層を3層、および障壁層として1層当たり $10 \text{ nm}$ の厚さのノンドープAlGaInP層を4層、それぞれ1層ずつ交互に積層して形成される。上記半導体層は基板温度が $400^\circ\text{C}$ 以上 $600^\circ\text{C}$ 未満の条件下で結晶成長させる。

### 【0054】

次に、図4（B）に示すように、上記成長させた半導体層の一部をエッチングにより除去し、n型GaAs基板201の表面の一部を露出させる。

### 【0055】

そして、図4（C）に示すように、MOCVD法を用いて、n型GaAs基板201上にSiドープ（不純物濃度： $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）n型GaAsバッファ層204aを厚さ $0.5 \mu\text{m}$ に、Siドープ（不純物濃度： $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）n型AlGaAsクラッド層205aを厚さ $1.5 \mu\text{m}$ に、量子井戸構造の

活性層206a、Znドープ（不純物濃度： $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）p型AlGaAsクラッド層207aを厚さ $1.5 \mu\text{m}$ に、およびZnドープ（不純物濃度： $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）p型GaAsキャップ層208aを厚さ $0.5 \mu\text{m}$ に、順次結晶成長させる。なお、量子井戸構造の活性層206aは、井戸層と障壁層とを交互に積層して形成されており、例えば井戸層として1層当たり $10 \text{ nm}$ の厚さのノンドープGaAs層を3層、および障壁層として1層当たり $10 \text{ nm}$ の厚さのノンドープAlGaAs層を4層、それぞれ1層ずつ交互に積層して形成される。これらの半導体層は基板温度が $600^\circ\text{C}$ 以上 $800^\circ\text{C}$ 以下の条件下で結晶成長させる。

#### 【0056】

その後、図4（D）に示すように、再度n型GaAs基板201上の半導体層の一部をエッティングして除去することにより、n型GaAs基板201の表面の一部を露出させる。

#### 【0057】

そして、図4（E）に示すように、p型AlGaAsクラッド層207aとp型GaAsキャップ層208aの一部、ならびにp型AlGaInPクラッド層207bとp型GaAsキャップ層208bの一部をエッティングにより除去してリッジ部Rs3、Rs4が形成される。

#### 【0058】

そして、図4（F）に示すように、リッジ部Rs3、Rs4以外から電流が流れ込まないように窒化シリコンからなる絶縁膜209を形成し、リッジ部Rs3、Rs4の上部に形成された絶縁膜209を部分的に除去した後に、p型電極210a、210bが形成される。p型電極210a、210bは、例えばAuZn層とMo層とAu層とを順次積層して形成される。具体的には、2つのレーザ部が短絡しないように、2つのレーザ部の間に形成されたp型電極用の上記金属層が部分的にエッティングにより除去されることにより、p型電極210a、210bが形成される。また、n型電極211がn型GaAs基板201の結晶成長面の裏面に形成される。n型電極211は、例えばAuGe層とNi層とMo層とAu層とを順次積層して形成される。

## 【0059】

図5に示すように、実施の形態2においては、後に形成されるCD用レーザ部は先に形成されるDVD用レーザ部よりも高い基板温度で形成されることとなる。しかし、先に形成されるDVD用レーザ部のp型不純物として拡散係数の小さいBeを用いているため、p型不純物の拡散を抑制することができる。したがって、これらのレーザ部中に含まれるp型不純物として共にZnを用いている従来方法よりも、半導体レーザ素子のしきい値電流や動作電流を下げ、発光効率を上げることができる。

## 【0060】

## (実施の形態3)

図6に、まずCD用レーザ部302(p型不純物：Be)をMBE法を用いて形成し、次にDVD用レーザ部303(p型不純物：Zn)をMOCVD法を用いて形成した半導体レーザ素子300の模式的な斜視図を示す。

## 【0061】

この半導体レーザ素子300は、以下のようにして作製された。まず図7(A)に示すように、n型GaAs基板301上に、MBE法を用いて、Siドープ(不純物濃度： $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) n型GaAsバッファ層304aを厚さ0.5μmに、Siドープ(不純物濃度： $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) n型AlGaAsクラッド層305aを厚さ1.5μmに、量子井戸構造の活性層306a、Beドープ(不純物濃度： $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) p型AlGaAsクラッド層307aを厚さ1.5μmに、およびBeドープ(不純物濃度： $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) p型GaAsキャップ層308aを厚さ0.5μmに、順次結晶成長させる。なお、量子井戸構造の活性層306aは井戸層と障壁層とを交互に積層することによって形成されており、例えば井戸層として1層当たり10nmの厚さのノンドープGaAs層を3層、および障壁層として1層当たり10nmの厚さのノンドープAlGaAs層を4層、それぞれ1層ずつ交互に積層して形成される。上記半導体層は基板温度が500°C以上640°C未満の条件下で結晶成長させる。

## 【0062】

次に、図7(B)に示すように、上記成長させた半導体層の一部をエッチング

により除去し、n型GaAs基板301の表面の一部を露出させる。

#### 【0063】

そして、図7（C）に示すように、MOCVD法を用いて、n型GaAs基板301上に、Siドープ（不純物濃度： $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）n型GaAsバッファ層304bを厚さ $0.5 \mu\text{m}$ に、Siドープ（不純物濃度： $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）n型AlGaInPクラッド層305bを厚さ $1.5 \mu\text{m}$ に、量子井戸構造の活性層306b、Znドープ（不純物濃度： $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）p型AlGaInPクラッド層307bを厚さ $1.5 \mu\text{m}$ に、およびZnドープ（不純物濃度： $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ）p型GaAsキャップ層308bを厚さ $0.5 \mu\text{m}$ に、順次結晶成長させる。なお、量子井戸構造の活性層306bは井戸層と障壁層とを交互に積層することによって形成されており、例えば井戸層として1層当たり $10 \text{ nm}$ の厚さのノンドープGaInP層を3層、および障壁層として1層当たり $10 \text{ nm}$ の厚さのノンドープAlGaInP層を4層、それぞれ1層ずつ交互に積層して形成される。これらの半導体層は基板温度が $640^\circ\text{C}$ 以上 $800^\circ\text{C}$ 以下の条件下で結晶成長させる。

#### 【0064】

その後、図7（D）に示すように、再度n型GaAs基板301上の半導体層の一部をエッチングして除去することにより、n型GaAs基板301の表面の一部を露出させる。

#### 【0065】

そして、図7（E）に示すように、p型AlGaAsクラッド層307aとp型GaAsキャップ層308aの一部、ならびにp型AlGaInPクラッド層307bとp型GaAsキャップ層308bの一部をエッチングにより除去してリッジ部Rs5、Rs6が形成される。

#### 【0066】

そして、図7（F）に示すように、リッジ部Rs5、Rs6以外から電流が流れ込まないように窒化シリコンからなる絶縁膜309を形成し、リッジ部Rs5、Rs6の上部に形成された絶縁膜309を部分的に除去した後に、p型電極310a、310bが形成される。p型電極310a、310bは、例えばAuZ

$n$ 層と $Mo$ 層と $Au$ 層とを順次積層して形成される。この後、2つのレーザ部が短絡しないように、2つのレーザ部の間に形成されたp型電極用の上記金属層が部分的にエッチングにより除去されて、p型電極310a、310bが形成される。また、n型電極311がn型 $GaAs$ 基板301の結晶成長面の裏面に形成される。n型電極311は、例えば $AuGe$ 層と $Ni$ 層と $Mo$ 層と $Au$ 層とを順次積層して形成される。

#### 【0067】

図8に示すように、実施の形態3においては、後に形成されるDVD用レーザ部は先に形成されるCD用レーザ部よりも高い基板温度で形成されることとなる。しかし、先に形成されるCD用レーザ部のp型不純物として拡散係数の小さい $Be$ を用いているため、p型不純物の拡散を抑制することができる。したがって、これらのレーザ部中に含まれるp型不純物として共に $Zn$ を用いている従来方法よりも、半導体レーザ素子のしきい値電流や動作電流を下げ、発光効率を上げることができる。

#### 【0068】

(実施の形態4)

実施の形態4は、図6に示す実施の形態3の半導体レーザ素子と同じ構造を有する半導体レーザ素子を実施の形態3とは異なる方法により作製するものである。

#### 【0069】

実施の形態4においては、まずDVD用レーザ部(p型不純物： $Zn$ )をMO CVD法を用いて形成し、次にCD用レーザ部(p型不純物： $Be$ )をMBE法を用いて形成する点に特徴がある。

#### 【0070】

以下、詳細に説明すると、まず図9(A)に示すように、n型 $GaAs$ 基板401上に、MOCVD法を用いて、 $Si$ ドープ(不純物濃度： $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) n型 $GaAs$ バッファ層404bを厚さ $0.5 \mu\text{m}$ に、 $Si$ ドープ(不純物濃度： $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) n型 $AlGaInP$ クラッド層405bを厚さ $1.5 \mu\text{m}$ に、量子井戸構造の活性層406b、 $Zn$ ドープ(不純物濃度： $2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ )

$18 \text{ cm}^{-3}$ ) p型AlGaInPクラッド層407bを厚さ $1.5 \mu\text{m}$ に、およびZnドープ(不純物濃度： $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) p型GaAsキャップ層408bを厚さ $0.5 \mu\text{m}$ に、順次結晶成長させる。なお、量子井戸構造の活性層406bは井戸層と障壁層とを交互に積層することにより形成されており、例えば井戸層として1層当たり $10 \text{ nm}$ の厚さのノンドープGaInP層を3層、および障壁層として1層当たり $10 \text{ nm}$ の厚さのノンドープAlGaInP層を4層、それぞれ1層ずつ交互に積層して形成される。上記半導体層は基板温度が $640^\circ\text{C}$ 以上 $800^\circ\text{C}$ 以下の条件下で結晶成長させる。

#### 【0071】

次に、図9 (B) に示すように、上記成長させた半導体層の一部をエッチングで除去することにより、n型GaAs基板401の表面の一部を露出させる。

#### 【0072】

そして、図9 (C) に示すように、MBE法を用いて、n型GaAs基板401上に、Siドープ(不純物濃度： $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) n型GaAsバッファ層404aを厚さ $0.5 \mu\text{m}$ に、Siドープ(不純物濃度： $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) n型AlGaAsクラッド層405aを厚さ $1.5 \mu\text{m}$ に、量子井戸構造の活性層406a、Beドープ(不純物濃度： $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) p型AlGaAsクラッド層407aを厚さ $1.5 \mu\text{m}$ に、およびBeドープ(不純物濃度： $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) p型GaAsキャップ層408aを厚さ $0.5 \mu\text{m}$ に、順次結晶成長させる。なお、量子井戸構造の活性層406aは井戸層と障壁層とを交互に積層することにより形成されており、例えば井戸層として1層当たり $10 \text{ nm}$ の厚さのノンドープGaAs層を3層、および障壁層として1層当たり $10 \text{ nm}$ の厚さのノンドープAlGaAs層を4層、それぞれ1層ずつ交互に積層して形成される。これらの半導体層は基板温度が $500^\circ\text{C}$ 以上 $640^\circ\text{C}$ 未満の条件下で結晶成長させる。これにより、DVD用レーザ部内のZnの拡散を抑制することができる。

#### 【0073】

その後、図9 (D) に示すように、再度n型GaAs基板401上の半導体層の一部をエッチングして除去することにより、n型GaAs基板401の表面の

一部を露出させる。

#### 【0074】

そして、図9 (E) に示すように、p型AlGaAsクラッド層407aとp型GaAsキャップ層408aの一部、ならびにp型AlGaNPクラッド層407bとp型GaAsキャップ層408bの一部をエッチングにより除去してリッジ部Rs7、Rs8が形成される。

#### 【0075】

そして、図9 (F) に示すように、リッジ部Rs7、Rs8以外から電流が流れ込まないように窒化シリコンからなる絶縁膜409を形成し、リッジ部Rs7、Rs8の上部に形成された絶縁膜409を部分的に除去した後に、p型電極410a、410bが形成される。p型電極410a、410bは、例えばAuZn層とMo層とAu層とを順次積層して形成される。具体的には、2つのレーザ部が短絡しないように、2つのレーザ部の間に形成されたp型電極用の上記金属層が部分的にエッチングされることにより除去されて、p型電極410a、410bが形成される。また、n型電極411がn型GaAs基板401の結晶成長面の裏面に形成される。n型電極411は、例えばAuGe層とNi層とMo層とAu層とを順次積層して形成される。

#### 【0076】

図10に示すように、実施の形態4においては、DVD用レーザ部がMOCVD法を用いて形成された後に、CD用レーザ部がMBE法を用いてより低い基板温度で形成される。したがって、これらのレーザ部を共に高温の基板温度でMOCVD法を用いて形成した従来方法よりもDVD用レーザ部の内部におけるZnの拡散を抑制することができるため、半導体レーザ素子のしきい値電流や動作電流を下げ、発光効率を上げることができる。

#### 【0077】

なお、上記実施の形態1～4においてはp型不純物としてZnを用いているが、Znの代わりにCまたはMgを用いることもできる。

#### 【0078】

また、上記実施の形態1～4においては導波構造としてリッジ型導波路を用い

ているが、イオン注入による屈折率変化を利用してもよいし、リッジ部の両側に埋め込み層を形成してもよい。

#### 【0079】

また、上記実施の形態1～4においては基板としてn型GaN基板を用いているが、絶縁性基板を用いることもできる。

#### 【0080】

また、上記実施の形態1～4においては同一基板上にDVD用の赤色レーザ部とCD用の赤外レーザ部の2種類のレーザ部を形成した半導体レーザ素子としたが、青色レーザ光を発振するレーザ部等も同一基板上に形成することによって3種類以上の異なる波長のレーザ光を発振するレーザ部を形成した半導体レーザ素子とすることもできる。

#### 【0081】

また、上記実施の形態1～4においてはp型不純物を中心に説明したが、n型不純物については両レーザ部共にSiを用いていることからn型不純物の拡散が少ないと考えられるため、p型不純物の拡散の問題の解決の方が重要となる。

#### 【0082】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

#### 【0083】

##### 【発明の効果】

上述したように本発明によれば、レーザ部のレーザ特性を良好なものとし、製造歩留まりを向上させた半導体レーザ素子とその製造方法を提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1の半導体レーザの模式的な斜視図である。

【図2】 実施の形態1の半導体レーザの作製工程を示した模式的な断面図である。

【図3】 実施の形態1の半導体レーザの作製工程における時間と基板温度との関係を示した図である。

【図4】 実施の形態2の半導体レーザの作製工程を示した模式的な断面図である。

【図5】 実施の形態2の半導体レーザの作製工程における時間と基板温度との関係を示した図である。

【図6】 実施の形態3の半導体レーザの模式的な斜視図である。

【図7】 実施の形態3の半導体レーザの作製工程を示した模式的な断面図である。

【図8】 実施の形態3の半導体レーザの作製工程における時間と基板温度との関係を示した図である。

【図9】 実施の形態4の半導体レーザの作製工程を示した模式的な断面図である。

【図10】 実施の形態4の半導体レーザの作製工程における時間と基板温度との関係を示した図である。

【図11】 従来の半導体レーザの模式的な斜視図である。

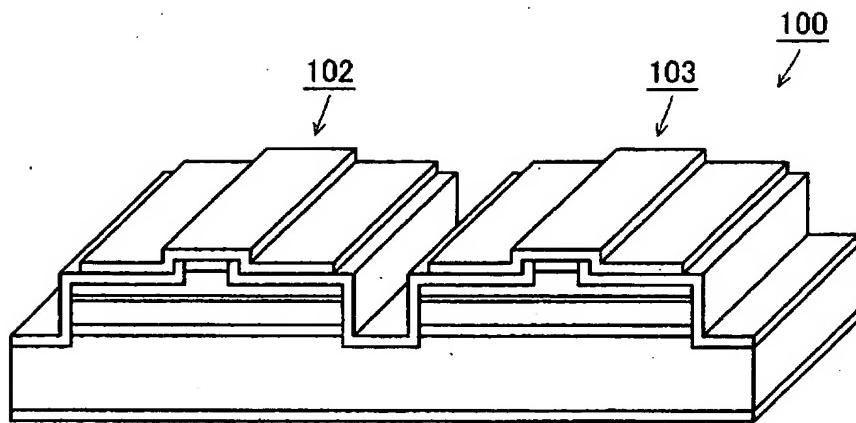
【図12】 従来の半導体レーザの作製工程における時間と基板温度との関係を示した図である。

#### 【符号の説明】

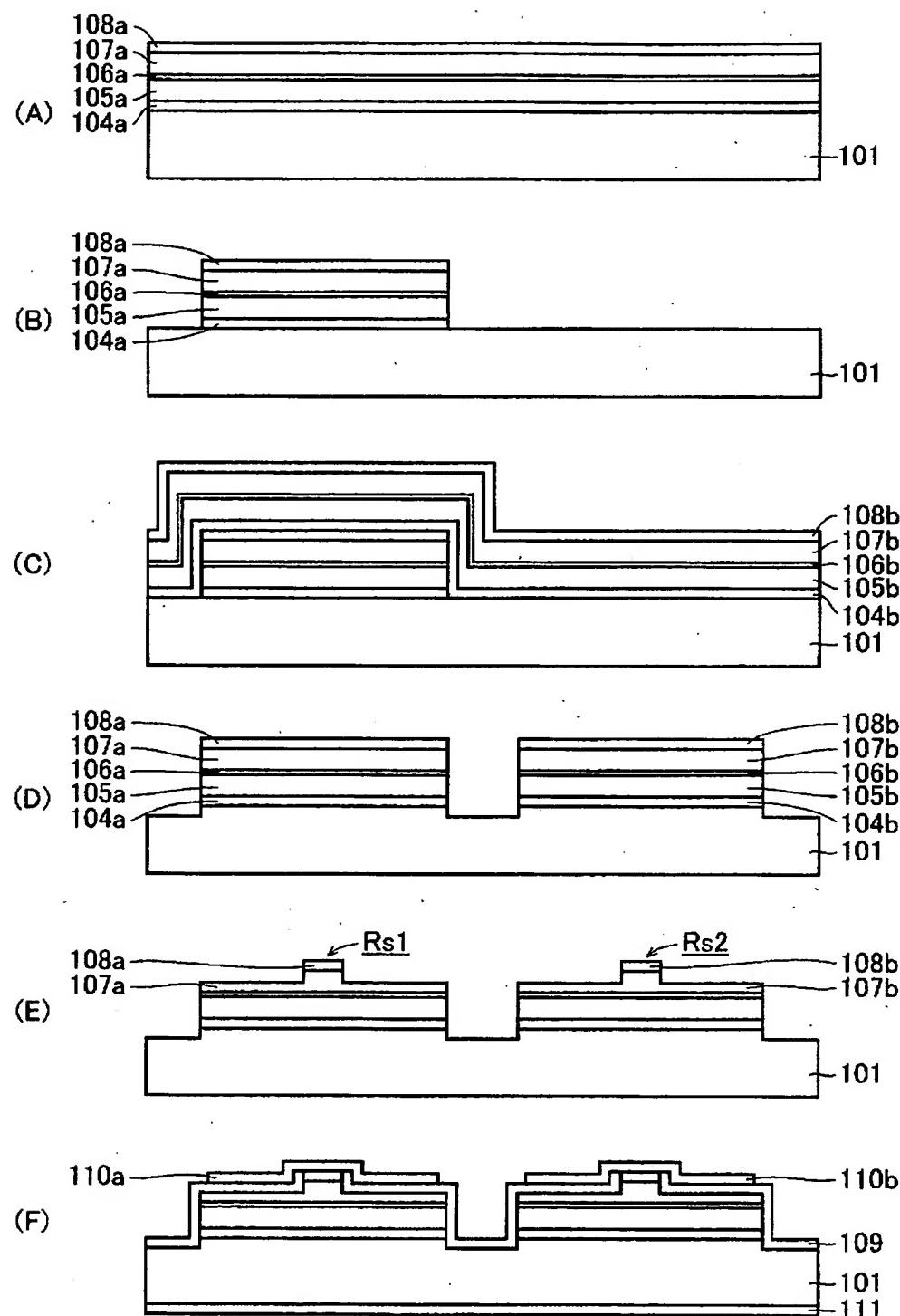
100, 300, 500 半導体レーザ、101, 201, 301, 401  
基板、102, 302, 502 CD用レーザ部、103, 303, 503 D  
VD用レーザ部、104, 204, 304, 404 バッファ層、105, 205, 305, 405 n型クラッド層、106, 206, 306, 406 活性層、107, 207, 307, 407 p型クラッド層、108, 208, 308, 408 キャップ層、109, 209, 309, 409 絶縁膜、110, 210, 310, 410 p型電極、111, 211, 311, 411 n型電極。

【書類名】 図面

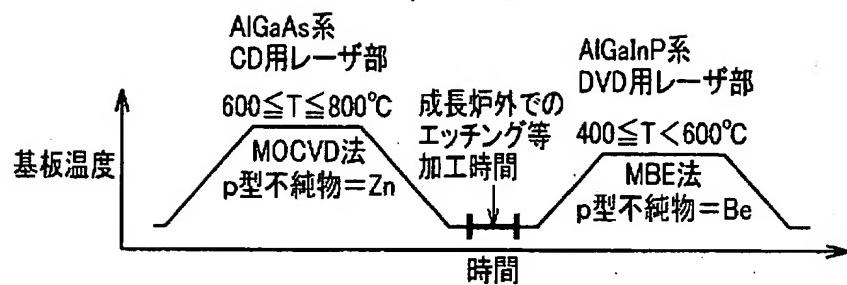
【図1】



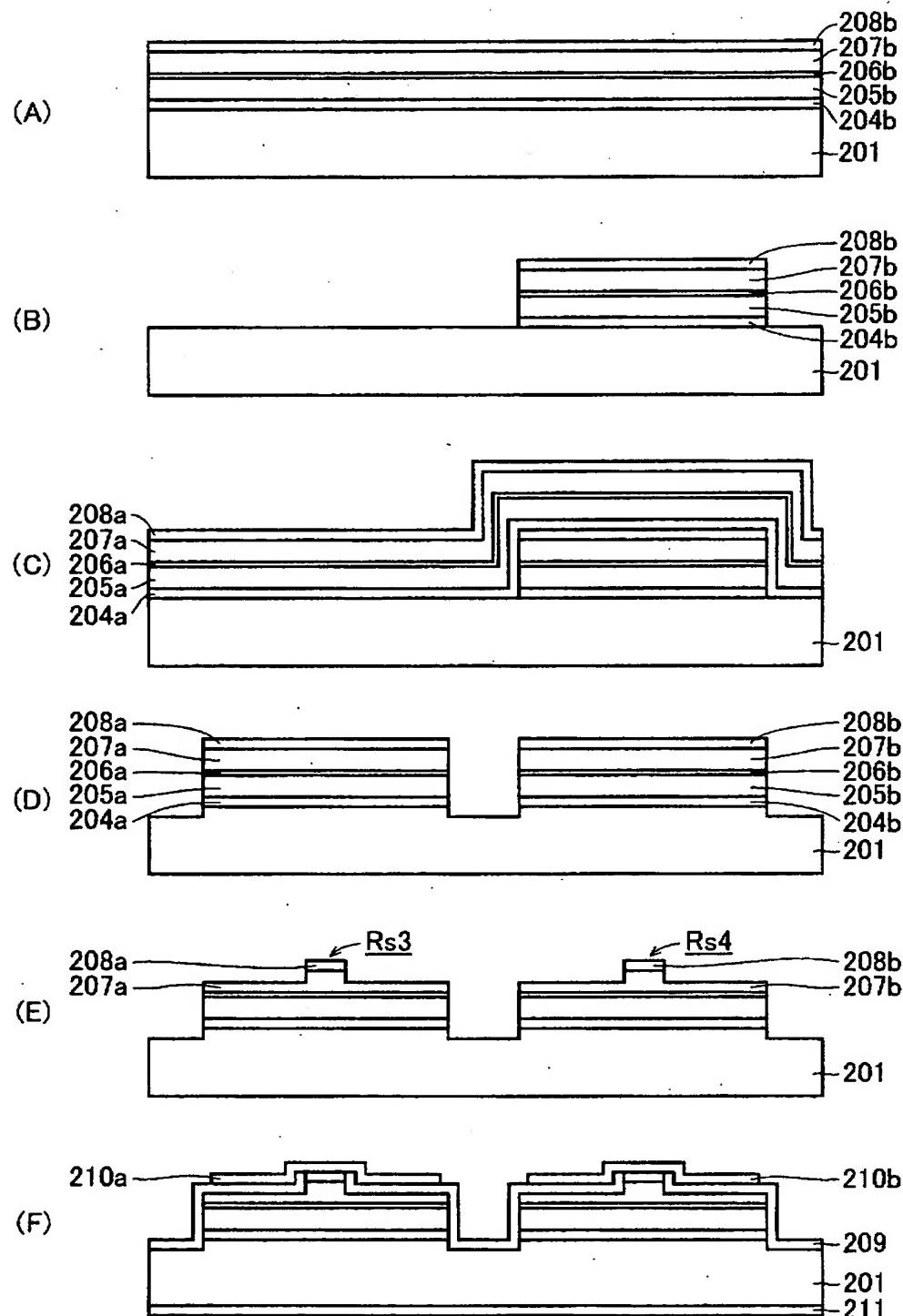
【図2】



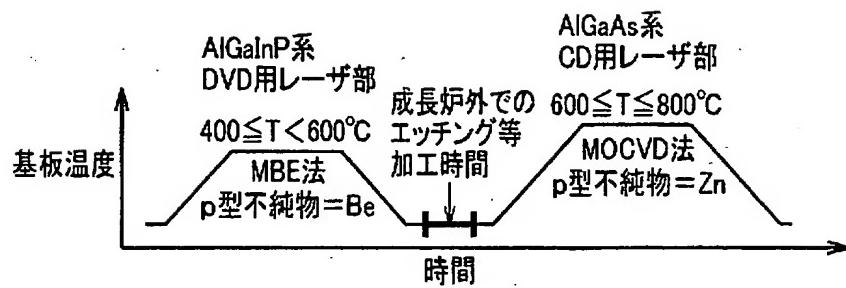
【図3】



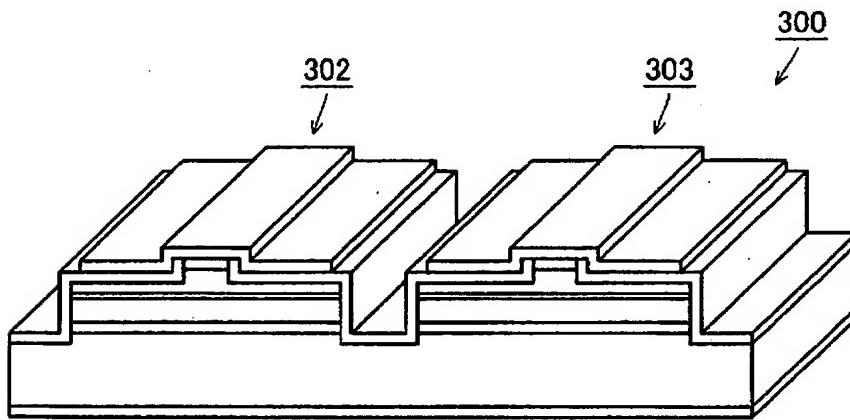
【図4】



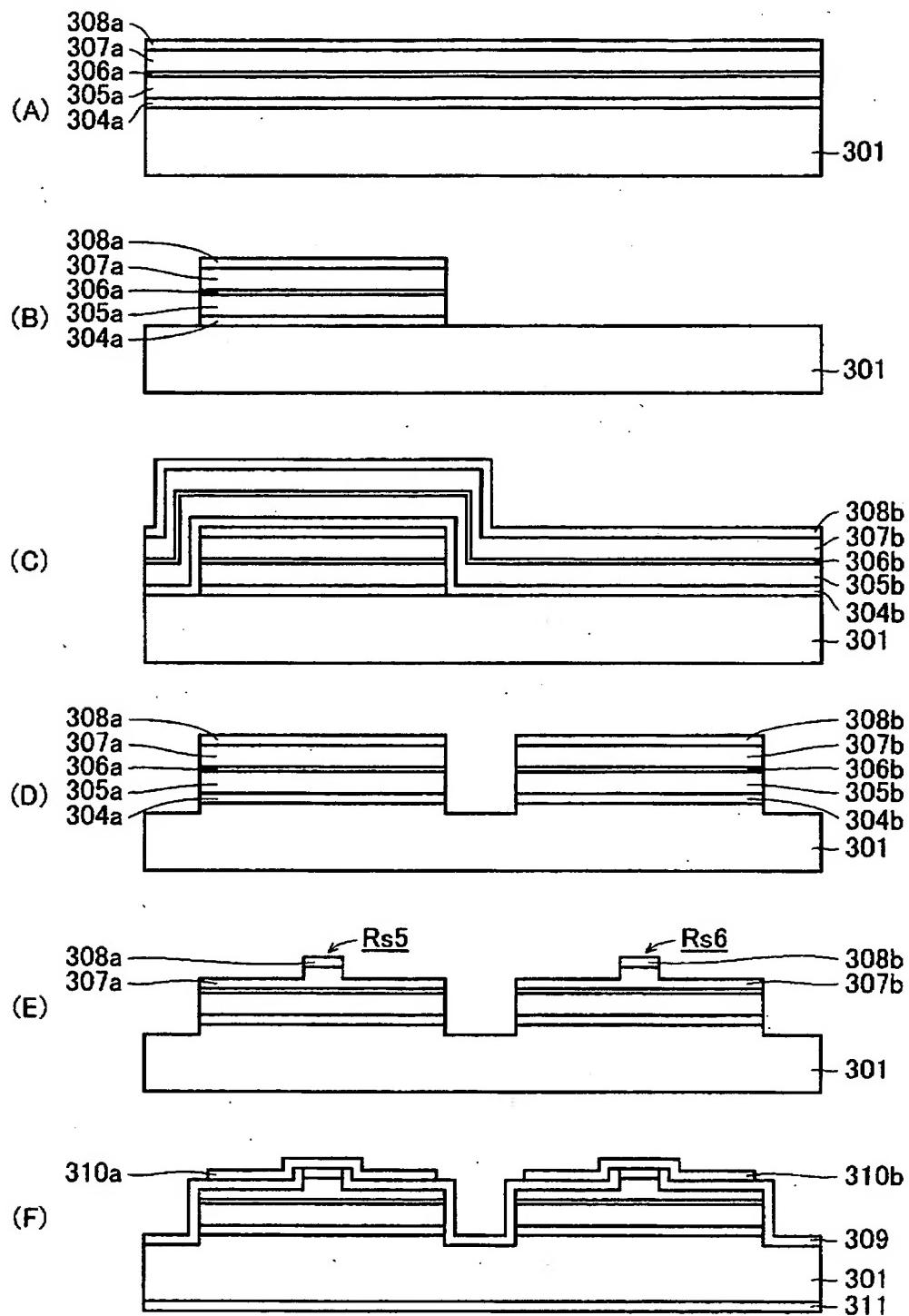
【図5】



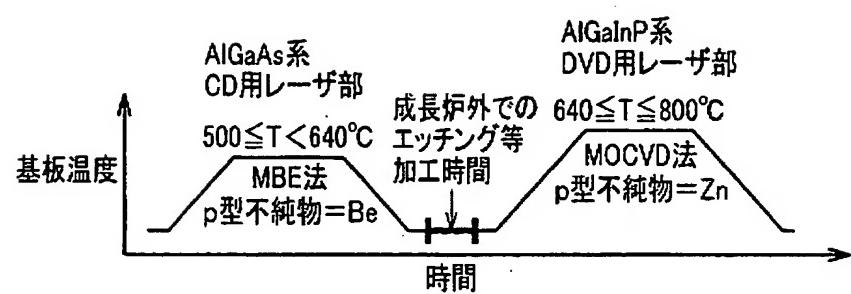
【図6】



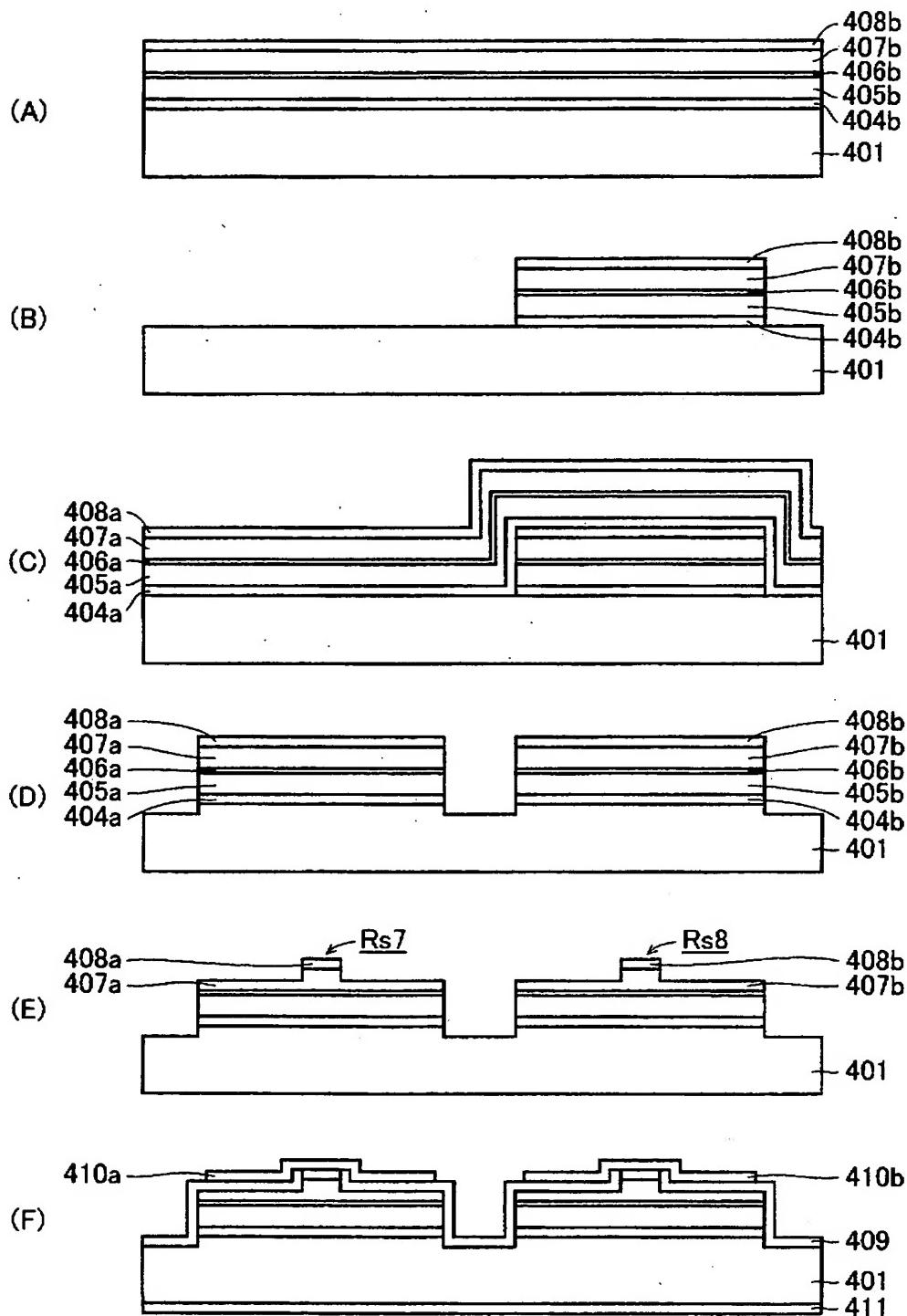
【図7】



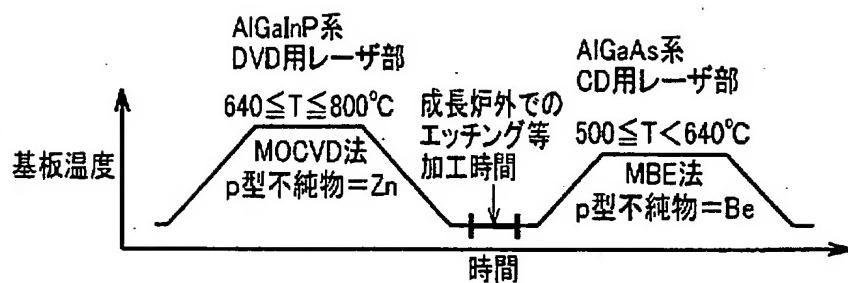
【図8】



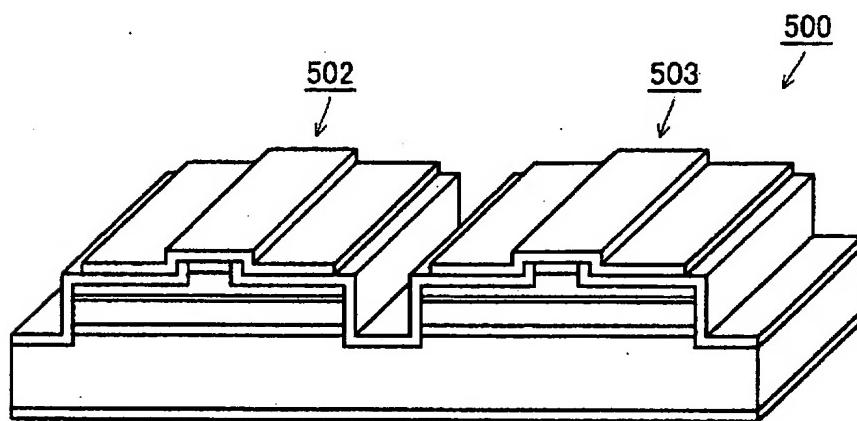
【図9】



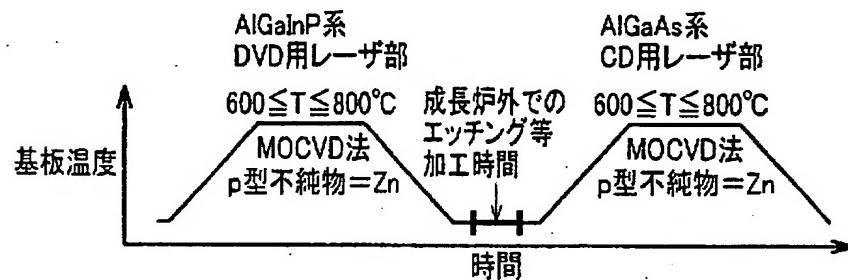
【図10】



【図11】



【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 レーザ部のレーザ特性を良好なものとし、製造歩留まりを向上させた半導体レーザ素子とその製造方法を提供する。

【解決手段】 互いに異なる波長のレーザ光を発振する複数のレーザ部が同一基板上に形成された半導体レーザ素子において、複数のレーザ部のそれぞれに含まれる不純物の種類が、レーザ部間で互いに異なる半導体レーザ素子である。また、互いに異なる波長のレーザ光を発振する複数のレーザ部を同一基板上に形成する半導体レーザ素子の製造方法において、先に形成されるレーザ部と後に形成されるレーザ部とをそれぞれ異なる結晶成長方法を用いて形成する半導体レーザ素子の製造方法である。

【選択図】 図1

特願2002-318292

出願人履歴情報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
氏名 シャープ株式会社